

МОДЕЛЮВАННЯ СТАТИЧНОГО РЕЖИМУ СКРУБЕРА В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ФОРМАЛЬДЕГІДУ

Ситніков О. В., Міщенко П.О.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, p98avlo@gmail.com

У виробництві формальдегіду (НСНО) методом дегідрування метанолу необхідним етапом є очищення його від домішок. Концентрація НСНО характеризує якість продукції.

Вилучення НСНО із газової суміші на заключній стадії його виробництва відбувається в скрубєрі шляхом його абсорбції холодною водою.

Скрубєр розглядається як технологічний об'єкт керування концентрацією НСНО в формаліні на його виході, яка і буде оцінкою результату очищення газової суміші від НСНО .

Для досліджень необхідно побудувати структурно-параметричну схему об'єкта та вивести матеріальний баланс [1]. Структурно-параметрична схема скрубєра наведена нижче на рис. 1.

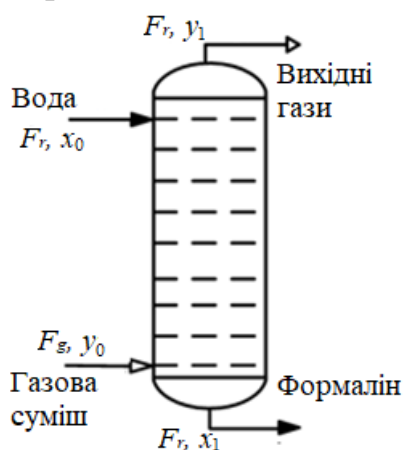


Рис. 1. Структурно-параметрична схема скрубєра

Основні параметри статичного режиму об'єкта наведено в таблиці 1.

Параметри статичного режиму об'єкта

Назва параметру	Позначення	Значення
Витрата газової суміші (НСНО та $\text{СН}_3\text{ОН}$), кг/год	F_g	10000
Витрата абсорбенту (H_2O), кг/год	F_r	2500
Початкова концентрація НСНО у (НСНО та $\text{СН}_3\text{ОН}$), кг/кг	y_0	0,87
Кінцева концентрація НСНО у (НСНО та $\text{СН}_3\text{ОН}$), кг/кг	y_1	0,70
Початкова концентрація НСНО у H_2O , кг/кг	x_0	0
Кінцева концентрація НСНО у H_2O , кг/кг	x_1	0,37
Кількість НСНО , яка абсорбувалася у H_2O з газової суміші на одиницю рушійної сили в газовій фазі, кг/сек	SK_g	356
Кількість НСНО , яка прийшла з газової суміші у H_2O на одиницю рушійної сили в рідині, кг/сек	SK_r	3378
Постійна Генрі, кг/кг	m	8,73

В об'єкті є два канали керування: «витрата абсорбенту – вихідна концентрація НСНО в газовій суміші» та «початкова концентрація НСНО в газовій суміші – вихідна концентрація НСНО в газовій суміші».

Основними акумулювальними ємностями, для яких складається рівняння балансів, є вода та газова суміш [2].

Приймаємо допущення про одномірний (в напрямку руху газового потоку) лінійний розподіл концентрацій НСНО в рідинній і газовій фазах.

В об'єкті мають місце допущення про обмеження вхідних змінних:

$$\begin{aligned} x_{0\max} &> x_0 > x_{0\min}, \\ y_{0\max} &> y_0 > y_{0\min}. \end{aligned}$$

За розробленою структурно-параметричної схеми складаємо матеріальний баланс скрубера:

$$\begin{cases} F_g y_0 - F_g y_1 - SK_g \frac{(y_0 - y_r(x_1)) + (y_1 - y_r(x_0))}{2} = 0, \\ F_r x_0 - F_r x_1 + SK_r \frac{(x_r(y_1) - x_0) + (x_r(y_0) - x_1)}{2} = 0, \end{cases} \quad (1)$$

де $y_r(x)$, $x_r(y)$ – рівноважні концентрації НСНО у суміші та НСНО у H_2O ; K_g , K_r – коефіцієнти масообміну, подані через мольні частки компонента в газовій та рідкій фазах; S – поверхня масообміну в скрубери;

Для рівноважних концентрацій прийнято, що $y_r(x) = mx$, $x_r(y) = y/m$.

Виведемо рівняння статички з матеріального балансу (1) для каналу «витрата абсорбенту – вихідна концентрація НСНО в газовій суміші» (керування – вихід):

$$y_1(F_r) = \frac{2F_g F_r y_0 + F_g SK_r y_0 - F_r SK_g y_0 + 2F_r SK_g m x_0}{2F_g F_r + F_g SK_r + F_r SK_g}$$

та «початкова концентрація НСНО в газовій суміші – вихідна концентрація НСНО в газовій суміші» (збурення – вихід):

$$y_1(y_0) = \frac{2F_g F_r y_0 + F_g SK_r y_0 - F_r SK_g y_0 + 2F_r SK_g m x_0}{2F_g F_r + F_g SK_r + F_r SK_g}.$$

Отримані статичні характеристики зображено на рис. 1, 2.

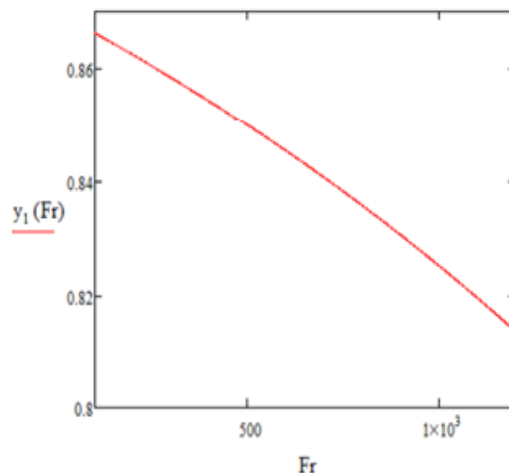


Рис. 2. Статична характеристика каналу завдання – вихід

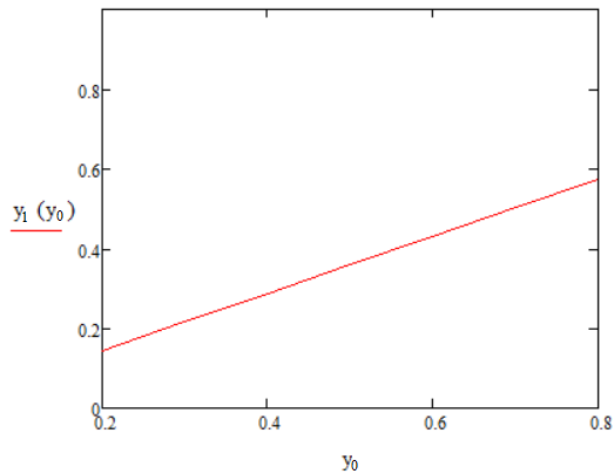


Рис. 3. Статична характеристика каналу збурення – вихід

Розраховані статичні характеристики можна буде в подальшому використати для вибору способу регулювання та типу регулятора.

1. Кубрак А. І., Жученко А. І., Кваско М. З. Комп'ютерне моделювання та ідентифікація автоматичних систем: навч. посіб. К.: ІВЦ "Видавництво «Політехніка»", 2004. 424 с.
2. Козаневич З. Я. Комп'ютерне моделювання процесів і систем – 2. Математичне моделювання технологічних об'єктів і систем: Метод. вказівки до практ. занять для студ. напрямку підготовки: 6.050202 „Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології”. К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 57 с.